

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-219674

(43)Date of publication of application : 06.08.2002

(51)Int.Cl.

B25J 9/10

(21)Application number : 2001-013633

(71)Applicant : YASKAWA ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 22.01.2001

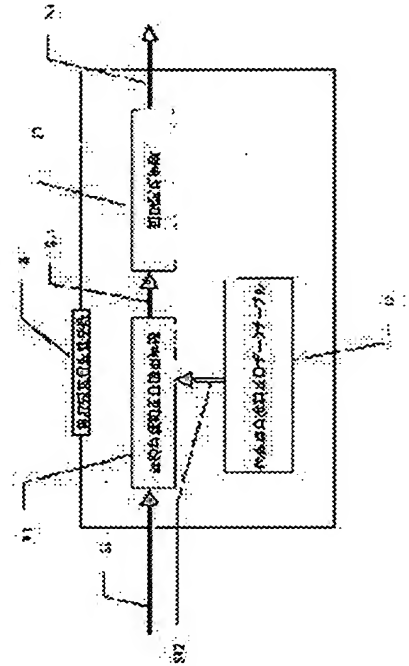
(72)Inventor : HASHIGUCHI YUKIO  
TAKAOKA KEIICHI  
GOTO JUN

## (54) DEVICE AND METHOD FOR CALIBRATING POSITION OF ARM FINGER

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate a model error to precisely calibrate a position of an arm finger in a real time.

SOLUTION: A representative point angle correction amount table 12 comprising positions of respective points within an arm operation range dispersed with optional fixed lengths, and the optimum angle correction values corresponding to the respective positions is prepared to extract, based on the table 12, plural angle correction amount data in the vicinity of a target position and an attitude by a neighboring angle correction amount extracting means 11, and the angle correction amount for the target position and the attitude is calculated by an interpolation operation using the extracted angle amount correction data. The calculated correction amount is added to a target joint angle to calibrate the arm finger position.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-219674  
(P2002-219674A)

(43) 公開日 平成14年8月6日 (2002.8.6)

(51) Int.Cl.

B 2 5 J 9/10

識別記号

F I

B 2 5 J 9/10

特許庁 (参考)

A 3 F 0 5 9

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-13633 (P2001-13633)

(22) 出願日 平成13年1月22日 (2001.1.22)

(71) 出願人 000006822

株式会社安川電機

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

(72) 発明者 橋口 幸男

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

(72) 発明者 高岡 佳市

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

(74) 代理人 100082164

弁理士 小堀 益 (外1名)

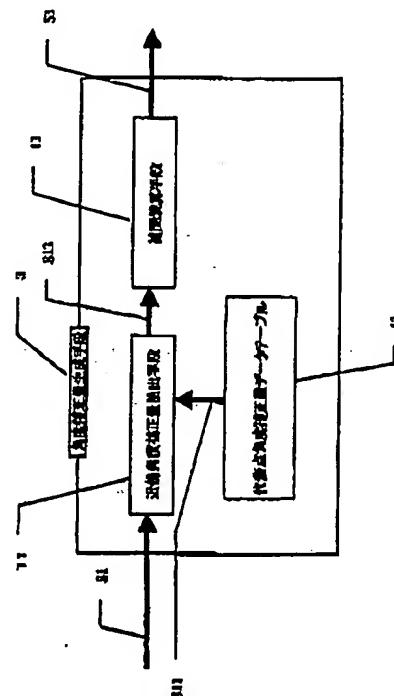
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アーム手先位置のキャリブレーション装置と方法

(57) 【要約】

【課題】 モデル誤差を排除して、高精度で実時間でのアーム手先位置のキャリブレーションを実現する。

【解決手段】 任意の固定長で離散化されたアーム動作範囲内の各点の位置とそれぞれの位置に対応した最適な角度補正量とからなる代表点角度補正量データテーブル12を準備し、このデータテーブル12から近傍角度補正量抽出手段11により目標位置、姿勢近傍の複数の角度補正量データを抽出し、これらの抽出した角度補正量データを用いて補間演算により目標位置、姿勢の角度補正量を算出する。こうして算出した補正量を目標関節角度に加えてアーム手先位置のキャリブレーションを行う。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】アームの手先位置の目標であるアーム目標位置姿勢を精度良く位置決めするためのアーム先端位置のキャリブレーション装置において、アームの手先位置の目標位置と姿勢とを生成する目標位置姿勢生成手段と、任意の固定長で離散化されたアーム動作範囲内の各点の位置とそれぞれの位置に対応した最適な角度補正量とからなる代表点角度補正量データテーブルと、前記の目標位置生成手段により生成された位置、姿勢データを用いて、前記の代表点角度補正量データテーブルから目標位置、姿勢近傍の複数の角度補正量データを抽出する近傍角度補正量抽出手段と、目標位置、姿勢近傍の複数の角度補正量データを用いて補間演算により目標位置、姿勢の角度補正量を算出する補間演算手段と、前記の目標位置生成手段により生成された位置、姿勢データを用いて関節角指令を生成する目標関節角度生成手段と、前記の関節角指令と角度補正量を加え、補正関節角指令を出力する加算器とを具備したことを特徴とするアーム手先位置のキャリブレーション装置。

【請求項2】アームの手先位置の目標であるアーム目標位置姿勢を精度良く位置決めするためのアーム先端位置のキャリブレーション方法において、任意の固定長で離散化されたアーム動作範囲内の各点の位置とそれぞれの位置に対応した最適な角度補正量とからなる代表点角度補正量データテーブルを準備し、この代表点角度補正量データテーブルから目標位置、姿勢近傍の複数の角度補正量データを抽出し、これらの角度補正量データを用いて補間演算により目標位置、姿勢の角度補正量を算出し、前記の位置、姿勢データを用いて生成した関節角指令と前記の角度補正量を加えて、アームの関節を調整することを特徴とするアーム手先位置のキャリブレーション方法。

【請求項3】任意の固定長で離散化されたアーム動作範囲内の各点の位置とそれぞれの位置に対応した最適な角度補正量とからなることを特徴とするアーム手先位置のキャリブレーションに使用する代表点角度補正量データテーブル。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はアーム手先位置制御40に適用されるアーム手先位置のキャリブレーション装置と方法とに関する。

## 【0002】

【従来の技術】図5は、従来のアーム手先位置のキャリブレーション装置の構成の中、本発明に関係ある部分のみを示す。図5において50はキャリブレーション装置であり、このキャリブレーション装置50ではアーム目標位置姿勢S51をアームシュミレータ51に入力する。アームシュミレータ51は、入力したアーム目標位置姿勢S51を内部のアームモデルへ与え、アームモデル

2

の関節角を求める。そして、求めた関節角を関節角指令S52として加算器53と重力トルクたわみ角導出器52へ出力する。重力トルクたわみ角導出器52は、各関節角度に加わる重力トルクを計算し、重力トルクとそれに応じた剛性定数とからたわみ角S53（角度補正量）を求め出力する。キャリブレーション装置50における加算器53は、関節角指令S52と重力トルクたわみ角S53（角度補正量）とを加算し、補正関節角指令S54を出力する（特開平09-174466）。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来のアーム手先位置のキャリブレーション装置は、各関節の剛性定数、アームのリンク長、リンク重心位置およびリンク重量などのモデルパラメータを用いてたわみ角を求め、角度補正量を算出している。しかし、このモデルパラメータや関節剛性定数はモデル誤差を含みやすいため、精度良くキャリブレーションを行うことができないという問題点があった。さらに、複数の行列計算の組み合わせからなる動力学演算を計算しなければならないため、実時間でのキャリブレーションは困難であるという問題点もあった。

【0004】そこで、本発明は、実時間でのキャリブレーションを高精度で実現するアーム手先位置のキャリブレーション装置と方法とを提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記の問題を解決するため本発明では、任意の固定長で離散化されたアーム動作範囲内の各点の位置とそれぞれの位置に対応した最適な角度補正量とからなる代表点角度補正量データテーブルを準備し、このデータテーブルから目標位置、姿勢近傍の複数の角度補正量データを抽出し、これらの抽出した角度補正量データを用いて補間演算により目標位置、姿勢の角度補正量を算出する。こうして算出した補正量を目標関節角度に加えてアーム手先位置のキャリブレーションを行う。

## 【0006】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図に基づいて説明する。

【0007】図1は、本発明の実施形態に係るアーム手先位置のキャリブレーション装置の構成を示す図である。図1において、6はキャリブレーション装置であり、このキャリブレーション装置6は目標位置姿勢生成手段1、目標関節角度生成手段2、角度補正量生成手段3、および加算器7から構成されている。キャリブレーション装置6は関節駆動アンプ4を介してアーム5と接続している。

【0008】図2は、角度補正量生成手段3の構成を示す図である。図2において、11は近傍角度補正量抽出手段で代表点角度補正量データテーブル12と補間演算手段13とに接続している。

【0009】図3と図4は、代表点角度補正量データテ

3

ープル13のデータテーブルの詳細を示す。図3において、アーム5の動作範囲は、予め固定長 $\Delta d$ の幅で格子状に離散化されている。P*i*、*k*、*m*は格子点座標( $\Delta d \times i$ ,  $\Delta d \times k$ ,  $\Delta d \times m$ )の関節角度補正量データ配列22で、実際にセンサ等を用いて、計測により得られた、各格子点で最適な補正データである。図4に示すように、代表点角度補正量データテーブル12は複数の関節角度補正量データ配列22から構成された、データテーブルである。

【0010】以下、図1、図2、図3及び図4を基に当10該アーム手先位置キャリブレーション装置の動作を説明する。

【0011】目標位置姿勢生成手段より生成されたアーム手先位置の目標であるアーム目標位置姿勢S1 (*Xref*, *Yref*, *Zref*) を目標関節角度生成手段2と角度補正

4

量生成手段3に入力する。目標関節角度生成手段2はアーム目標位置姿勢S1から目標関節角度S2 (*ang1*, *ang2*, . . . *ang6*) を出力する。角度補正量生成手段3ではアーム目標位置姿勢S1と代表点角度補正量データテーブル12の関節角度補正量データ配列S12とを近傍角度補正量抽出手段11に入力し(図2)、

【数1】

$$\Delta d \times i < X_{ref} < \Delta d \times (i+1)$$

$$\Delta d \times k < Y_{ref} < \Delta d \times (k+1)$$

$$\Delta d \times m < Z_{ref} < \Delta d \times (m+1)$$

の条件式から

【数2】

$$S13 \begin{cases} P_{i,k,m} \\ P_{i+1,k,m} \\ P_{i,k+1,m} \\ \dots \\ P_{i+1,k+1,m+1} \end{cases} \quad \text{但し} \quad P_{i,k,m} = \begin{bmatrix} \Delta \theta 1(i,k,m) \\ \Delta \theta 2(i,k,m) \\ \Delta \theta 3(i,k,m) \\ \dots \\ \Delta \theta n(i,k,m) \end{bmatrix}$$

のアーム目標位置姿勢S1近傍の8個の近傍関節角度補正量データ配列S13を抽出する。こうして抽出された8個の関節角度補正量データ配列S13は補間演算手段

13に入力され、

【数3】

$$\begin{aligned} \Delta \theta n(X_{ref}, Y_{ref}, Z_{ref}) = & N1 \times \Delta \theta n(i+1, k+1, m+1) \\ & + N2 \times \Delta \theta n(i, k+1, m+1) \\ & + N3 \times \Delta \theta n(i, k, m+1) \\ & + N4 \times \Delta \theta n(i+1, k, m+1) \\ & + N5 \times \Delta \theta n(i+1, k+1, m) \\ & + N6 \times \Delta \theta n(i, k+1, m) \\ & + N7 \times \Delta \theta n(i, k, m) \\ & + N8 \times \Delta \theta n(i+1, k, m) \end{aligned} \quad (n=1,2,\dots,6)$$

但し:

$$N1 = \frac{1}{8}(a+1)(b+1)(c+1)$$

$$N2 = -\frac{1}{8}(a-1)(b+1)(c+1)$$

$$N3 = \frac{1}{8}(a-1)(b-1)(c+1)$$

$$N4 = -\frac{1}{8}(a+1)(b-1)(c+1)$$

$$N5 = -\frac{1}{8}(a+1)(b+1)(c-1)$$

$$N6 = \frac{1}{8}(a-1)(b+1)(c-1)$$

$$N7 = -\frac{1}{8}(a-1)(b-1)(c-1)$$

$$N8 = \frac{1}{8}(a+1)(b-1)(c-1)$$

$$a = X_{ref} - \Delta d \times i$$

$$b = Y_{ref} - \Delta d \times k$$

$$c = Z_{ref} - \Delta d \times m$$

に示す線形補間演算式を用いて、各関節の角度補正量S503 ( $\Delta \theta 1$ ,  $\Delta \theta 2$ , . . .  $\Delta \theta 6$ ) を求め、S3は加算器

5

7に出力される(図1)。

【0012】角度補正量S3により角度補正された目標指令関節角度S4 (angRef1, angRef2, . . . angRef6) が関節駆動アンプ4に入力され、関節駆動電流S5が出力されてアーム5の各関節が駆動される。

【0013】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、任意の固定長で離散化されたアーム動作範囲内の各点の位置とそれぞれの位置に対応した実測により得られた最適な角度補正量とからなる代表点角度補正量データテーブル10から、近傍角度補正量を求め目標点位置姿勢に最適な角度補正量を補間演算によりもとめ、たわみ角を補正するため、従来の各関節の剛性定数、アームのリンク長、リンク重心長およびリンク重量などのモデルパラメータに起因する誤差が含まれず、高精度のアーム手先位置のキャリブレーションができ、さらに複雑な行列演算を含まないため、補正量の算出処理が高速に行え、実時間でアーム目標位置姿勢を精度良く位置決めできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係るアーム手先位置のキャリブレーション装置の構成を示す。

【図2】角度補正量生成手段の構成を示す。

【図3】代表点角度補正量データテーブルの詳細を示す。

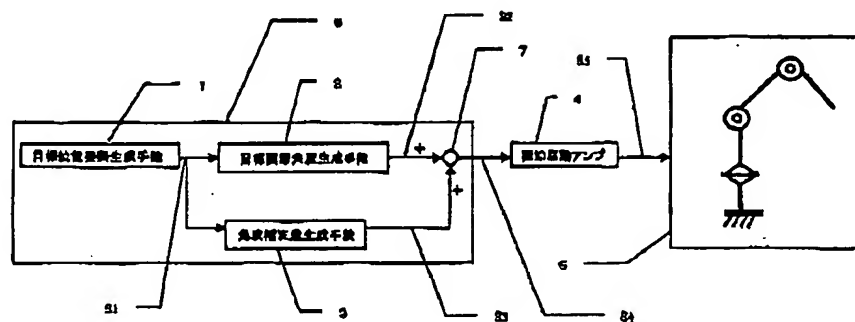
【図4】代表点角度補正量データテーブルの詳細を示す。

【図5】従来のキャリブレーション装置の構成を示す。

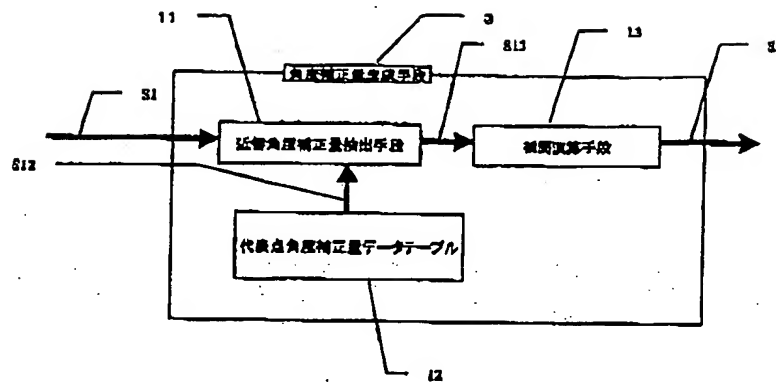
【符号の説明】

- 1 目標位置姿勢生成手段
- 2 目標関節角度生成手段
- 3 角度補正量生成手段
- 4 関節駆動アンプ
- 5 アーム
- 6 キャリブレーション装置
- 7 加算器
- 11 近傍角度補正量抽出手段
- 12 代表点角度補正量データテーブル
- 13 補間演算手段
- 22 関節角度補正量データ配列
- 50 キャリブレーション装置
- 51 アームシミュレータ
- 52 重力トルクタわみ角導出器
- 53 加算器
- S1 アーム目標位置姿勢
- S2 目標関節角度
- S3 角度補正量
- S4 目標指令関節角度
- S5 関節駆動電流
- S12 関節角度補正量データ配列
- S13 近傍関節角度補正量データ配列
- S51 アーム目標位置姿勢
- S52 関節角指令
- S53 たわみ角
- S54 補正関節角指令

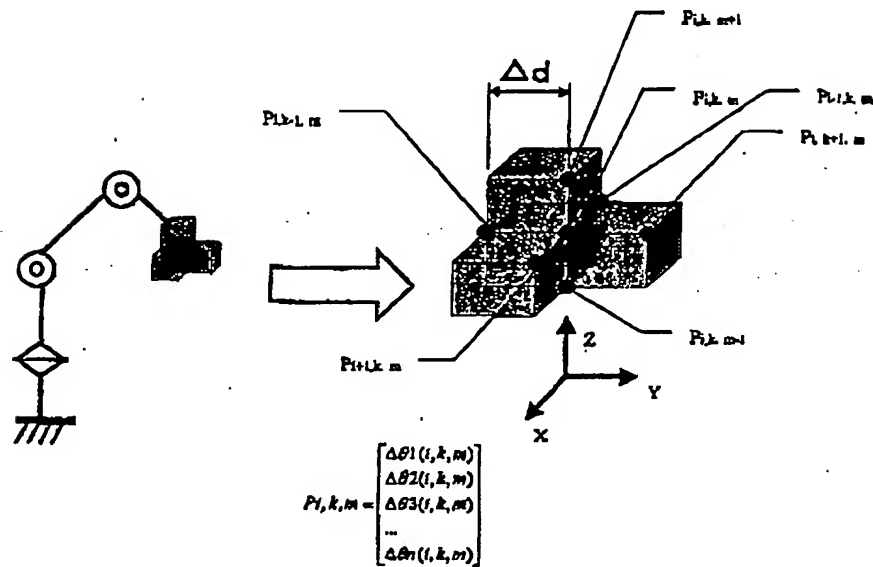
【図1】



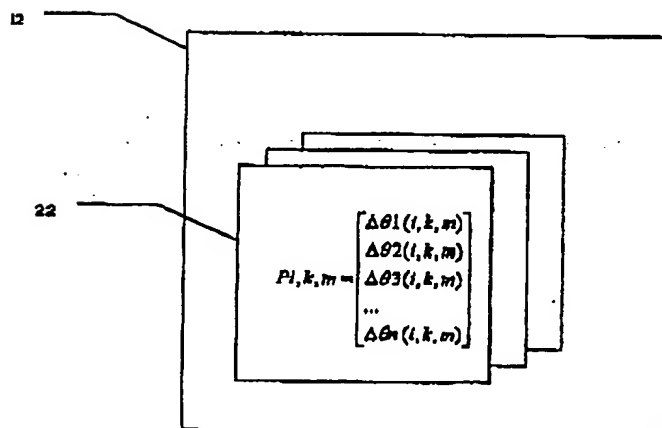
【図2】



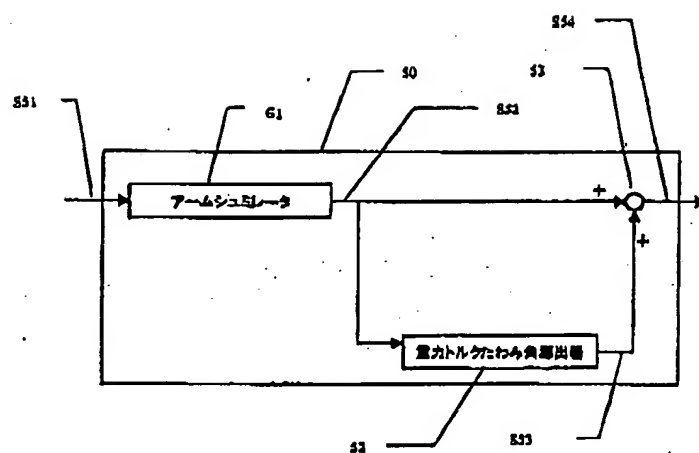
【図3】



【図4】



【図5】



---

フロントページの続き

(72)発明者 後藤 純

Fターム(参考) 3F059 FB17 FC14

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内